

初心者を対象としたエアロビックダンスの運動強度 —上肢と下肢の運動の分類による—

吉川 京子・高木 香代子*

The intensities of aerobic dances for beginners —classifying the movements of arms and legs—

Kyoko YOSHIKAWA and Kayoko TAKAGI*

Abstract

The purpose of this study is to obtain guidelines of aerobic dances for beginners by investigating the intensities of aerobic dances classified the movements of arms and legs. There were 23 types of arm movements and 57 types of leg movements. Arm exercises comprised of arm movements combined with stamping. Leg exercises comprised of leg movements combined with hanging arms.

$\dot{V}O_2$, HR, and RPE were measured in each exercise. Five female subjects (aged 20.6 ± 0.5 years, heighted 158.8 ± 2.9 cm, weighted 50.2 ± 5.3 kg) were measured anaerobic threshold of arm cranking ($\dot{V}O_2AT_{arm}$) and leg cycling ($\dot{V}O_2AT_{leg}$).

The results are summarized as follows.

1 The exercises suited for improving aerobic capacity were high impact step, and besides 1) the type of knee joint angle was 0—90 degree flexion with hip joint being 45 degree abduction, 2) the type of knee joint angle was 0—90 degree flexion with hip joint angle being 0—45 degree abduction, 3) the type of landing was two legs on floor alternately with hip joint angle being less than 45 degree abduction or flexion, 4) the type of landing was two legs and one leg on floor alternately with knee joint angle being 0—90 degree flexion, and 5) the type of landing was one leg on floor twice with knee joint angle being 90 degree flexion. The each exercise was intensive more than $\dot{V}O_2AT_{leg}$ for all or some subjects.

2 The arm exercises lifting over the shoulder or rotating didn't suit for improving aerobic capacity, and the each exercise was intensive more than $\dot{V}O_2AT_{arm}$ for all or some subjects.

3 It was suggested that the way to increase intensity was appropriate to adding the arm exercise below the shoulder better than over that to the leg exercise.

【研究目的】

エアロビックダンスは、年齢差、体力差、男女差を越えて、様々な人々に幅広く親しまれている。このエアロビックダンスの目的は、全身持久性運動能力の向上であり、指導者は、受講者の年齢、体力、性及び経験度等に応じてプロ

グラムを作成し指導を行っている。エアロビックダンスのプログラムは、①ウォーミングアップ、②ジョギングやウォーキング等のエクササイズ、③筋力強化のエクササイズ、④クーリングダウン等の主に4種のエクササイズから構成されている¹⁾。その中で持久力向上を目的とし

たエアロビクスのセクションは、②のジョギングやウォーキング等のエクササイズである。このセクションの運動強度を明らかにすることが、持久力向上を目的とした運動プログラムを作成する上で必要である。

これまでのエアロビックダンスの運動強度に関する研究報告としては、上肢(Arms)、臀部(Hips)、下肢(Legs)等の身体各部位の運動や、柔軟体操(Stretching)、休息(Relaxation)を含んだエアロビックダンス開始から終了に到る全運動時間中の相対的運動強度を、対象者の最大酸素摂取量($\dot{V}O_{2max}$)や無酸素性作業閾値(AT)を基準として推定したものが多^{3,7,17,23)}。しかし、運動様式が明示されていないため、これらの運動強度を得るにはどのような運動を行えばよいかわからない。エアロビクスのセクションに含まれる運動様式は、主に上肢と下肢の関節運動の組み合わせや、左右の下肢をどのように床へ着地するかにより、多種多様である。従って、どのような運動を行った場合、どの程度の運動強度であるかを明確にすることが持久力向上を目的としたプログラムを作成する上で必要である。

実際の運動場面では、受講者はインストラクターの運動を模倣することにより行っている。Debra⁶⁾は、エアロビックダンスの難しいところは、受講者の運動強度とインストラクターが意図した強度が異なることがあり得ることである、と述べている。従って、受講者が行う運動の強度を知る必要がある。

受講者が参加するエアロビックダンスのクラスの形態には、目的別、体力別等に分かれている場合と異なる運動レベルの人々が一斉に受講する場合に分けられるが、受講者は必ずしも自分の目的や体力にあったクラスを受講するとは限らない。受講者の中でも、特に初心者⁷⁾の運動とその運動強度の関係を明確にされれば、オーバーロードを防ぐ安全なエアロビックダンスの指導に役立ち、また継続して運動を行うための基礎的資料になると思われる。

そこで、本研究では、上肢と下肢の運動を分類し、分類された上肢又は下肢の運動の強度を酸素摂取量($\dot{V}O_2$)、心拍数(HR)、及び主観的運動強度(RPE)を用いて測定することにより、持久力向上を目的とした初心者向けのエアロビックダンスのプログラムを作成する際の指標を得ることを目的とした。

[研究方法]

1. 被験者の体力水準

1) 被験者：定期的に運動を行っていない20-21歳の一般女性5人。全て

エアロビックダンスの初心者であった。各被験者の身体的特徴を表1に示した。

2) 無酸素性作業閾値の測定：漸増運動中の換気量(\dot{V}_E)/ $\dot{V}O_2$ の急変点からATを求めるガス交換法を用いた。上肢筋群のAT(以下、 $\dot{V}O_2AT_{arm}$ とする)には、ハンドエルゴメーターを、下肢筋群のAT(以下、 $\dot{V}O_2AT_{leg}$ とする)には、自転車エルゴメーターを用いてそれぞれ測定し、 $\dot{V}O_2$ 値で表した。回転数は50rpmであり、負荷は、始めの2分は0kp、その後1分毎に0.25kpずつ漸増し、疲労困憊まで追い込んだ。運動中20秒毎に $\dot{V}O_2$ 、二酸化炭素排泄量($\dot{V}CO_2$)、 \dot{V}_E 及びHRを測定した。測定には呼吸量測定装置(ミナト医科学：RM-200)とガス分析装置(ミナト医科学：MG-360)を用いた。

3) 持久性運動能力の測定：

(1)最大酸素摂取量($\dot{V}O_{2max}$)：自転車エルゴメーターを用い、漸増負荷法により測定した。回転数は50rpmとした。測定には、呼吸量測定装置(ミナト医科学：RM-200)とガス分析装置(ミナト医科学：MG-360)を用いた。

(2)PWC₁₇₀：本実験では約2ヵ月間にわたり、種々の運動を被験者に行わせたので、全実験前後の体力水準をPWC₁₇₀を測定することに

表1 被験者の身体的特徴

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
Y. S	21	155.0	46.0
Y. T	21	157.5	45.0
M. A	21	158.5	60.0
T. I	20	159.0	50.0
T. K	20	164.0	50.0
Mean±SD	20.6±0.5	158.8±2.9	50.2±5.3

Mean：平均値 SD：標準偏差

より調べた。方法は4分間漸増法による自転車エルゴメーター駆動を12分間行わせた。回転数は50rpmであり、負荷は25wattから始め、第2、第3の負荷は作業終了時点のHRが170拍/分を上回らない程度に設定した。HRは胸部双極誘導でハートモニタ(日本光電：OEC-6201)を用いて記録した。各作業強度の最後の1分間のHRとその時の作業強度から、外挿法により PWC_{170} を求めた。差の検定には、対応のあるt-testを行い、 $P < 0.05$ をもって有意とした。

2. 上肢及び下肢の運動の分類

エアロビックダンスを指導する方法として、まず下肢の運動を指示し、その後、上肢の運動を組み合わせることが多い。そこでまず下肢の運動を分類した。

[下肢の運動の分類]

下肢の運動を股関節と膝関節の可動域¹⁵⁾と足の着地方法により分類した。

股関節の運動は外転と屈曲を採用し、外転、屈曲角度はそれぞれ 0° (両足閉じたままの状態)、 45° 、 $0^\circ-45^\circ$ 及び $0^\circ-90^\circ$ とした。膝関節の運動は、股関節の運動がそれぞれにある時の 0° (膝関節を伸ばしたままの状態)、 $0^\circ-90^\circ$ 及び 90° とした。足の着地方法は、a) 足が床に着かない瞬間がある場合 (以下、ハイインパクトステップとする) とb) どちらかの足が床に着いている場合 (以下、ローインパクトステップとする) に分け、更に各々について、両足が一緒に床に着く場合、右足・左足が交互に着く場合、両足・片足と着く場合、同じ足を2回続けて着く場合 (aの場合)、又は一方の足を床に着け、

他方の足を続けて2回床に着く場合 (bの場合) に分類した (図1)。これらの基準に従い、下肢の運動を図2、3に示した56種に分類した。

[Leg Exercise]

Leg Exercise (以下、Leg Ex.とする) は、下肢の運動が図2、3に示した56種の各下肢の運動であり、上肢は上半身側方に静かに降ろした状態で、その場で行う全身運動とした。基本的な運動として、図3に示した股関節を $0^\circ-45^\circ$ に屈曲しながら、膝関節を $0^\circ-90^\circ$ に屈曲するL-L S 4のエクササイズ (その場での歩行運動) が考えられるが、それ程可動域を広くしない、軽い足踏み運動についてもLeg Ex.の1つとして加えた。

[上肢の運動の分類]

上肢の運動を肩関節と肘関節の可動域¹⁵⁾をもとに分類した。

肩関節の運動は、外転 (側方挙上)、屈曲 (前方挙上)、外旋及び回旋を採用し、外転、屈曲角度は 0° 、 90° 、 180° 、 $0^\circ-90^\circ$ 、 $90^\circ-180^\circ$ 及び $0^\circ-180^\circ$ であり、外旋角度は 0° 、 90° 及び $0^\circ-90^\circ$ とした。肘関節の運動は屈曲であり、屈曲角度は 0° 、 90° 及び $0^\circ-90^\circ$ とした。この際、右腕・左腕は同様の運動とし、肩関節と肘関節を同時に動かさないものとした。

これらの基準に従い、上肢の運動を図4に示した23種に分類した。

[Arm Exercise]

Arm Exercise (以下、Arm Ex.とする) は、上肢の運動が図4に示した23種の各上肢の運動であり、下肢は軽いその場での足踏み運動とした。

従って、57種のLeg Ex.と23種のArm Ex.を作成した。

3. 実験方法

- 1) 実験期日：平成2年1月中旬から3月中旬。
- 2) 実験場所：金沢大学教育学部体育実験室。
- 3) 運動時の測定：57種のLeg Ex.と23種のArm Ex.を各々1回行わせた。運動の順序はラ

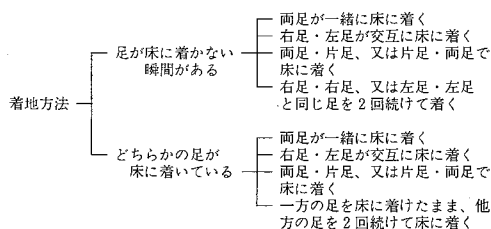


図1 足の着地方法

































		膝関節の屈曲角度 0°				膝関節の屈曲角度 0°-90°				膝関節の屈曲角度 90°			
		股関節の外転角度				股関節の外転角度				股関節の外転角度			
		0°	45°	0°-45°	0°-90°	0°	45°	0°-45°	0°-90°	0°	45°	0°-45°	0°-90°
H-LF	足が床に着かない瞬間がある												
		1	2										
	両足が一緒に床に着く												
	右足・左足が交互に着く												
H-LF	両足・片足、又は片足で着く												
	右足・右足又は左足、又は左足を2回着く												
L-LF	どちらかの足が床に着いている												
	両足が一緒に床に着く												
	右足・左足が交互に着く												
L-LF	両足・片足、又は片足で着く												
	一方の足を床に着けたまま、他方の足を2回続けて着く												

図2 股関節を外転させた場合の下肢の運動 (LF)



























		膝関節の屈曲角度 0°				膝関節の屈曲角度 0°-90°				膝関節の屈曲角度 90°			
		股関節の屈曲角度				股関節の屈曲角度				股関節の屈曲角度			
		0°	45°	0°-45°	0°-90°	0°	45°	0°-45°	0°-90°	0°	45°	0°-45°	0°-90°
H-L S	足が床に着かない瞬間がある												
	両足が一緒に床に着く												
	右足・左足が交互に着く												
	両足・片足、又は片足・両足で着く												
L-L S	右足・右足、又は左足・左足を続けて着く												
	どちらかの足が床に着いている												
	右足・左足が交互に着く												
	両足・片足、又は片足・両足で着く												
	一方の足を床に上げ、他方を2回連続して着く												
													

図3 股関節を屈曲させた場合の下肢の運動 (LS)
























肩関節の運動		肩関節中心		肘関節中心
		肘関節(0°)	肘関節(90°)	
A F 外転	0°			 1
	90°			 2
	180°			 3
	0°-90°	 4	 5	
	90°-180°	 6	 7	
	0°-180°	 8	 9	
A F 回旋		 10		
A S 屈曲	0°			 1
	90°			 2
	180°			 3
	0°-90°	 4	 5	
	90°-180°	 6	 7	
	0°-180°	 8	 9	
A A 外旋	0°			 1
	90°			 2
	0°-90°	 3	 4	

図4 上肢の運動

ングラムとした。実験は各被験者について1日に3種までとし、各実験間は30分以上の安静をとらせた。運動時間は3分間、テンポは132bpmとした。各運動を正確に遂行、継続させた。

(1) $\dot{V}O_2$ の測定：被験者に呼吸マスクを装着させ、呼吸をダグラスバックに採取した。運動中の2分30秒から3分までの30秒間に採取した呼気中の O_2 濃度をガス分析装置(ミナト医科学：MG-360)を用いて測定した。バッグ内のガス量は、ガスメータ(品川計測器：DS-5A-T)を用いて測定し、この値を用いて \dot{V}_E を算出した。 O_2 濃度と \dot{V}_E から $\dot{V}O_2$ を算出した。

(2)HRの測定：運動開始から運動後30秒までのHRをハートモニタ(日本光電：OEC-6201)を用いて10秒毎に記録した。運動中の2分30秒から3分間までの30秒間のHRを1分間当たりのHRに換算した。

(3)RPEの測定：Borgの尺度を小野寺・宮下等¹⁶⁾が日本語訳に置き換えたものを用い、運動終了直後に口頭で答えさせた。

[結果]

1. 被験者の体力水準

1) 持久性運動能力

被験者の持久性運動能力の判定には、小林¹⁴⁾の体力評価区分の基準値に従った。その結果、表2に示したように、 $\dot{V}O_{2max}$ は36.0-46.4 ml/kg·minであり、持久性運動能力は被験者M. AとT. Kについては「Average」、被験者Y. Tについては「Good」、被験者Y. SとT. Iについては「Very good」であった。

PWC₁₇₀は、全実験前では56.7-89.5watt、全実験後では54.4-86.6wattであり、対応のあるt-testの結果、有意差が認められなかった。従って、約2ヵ月間にわたる本実験前後の各被験者の持久性運動能力は同様であった。

2) 無酸素性作業閾値

各被験者のAT値を表2に示した。 $\dot{V}O_{2AT_{arm}}$ の平均値は 13.0 ± 1.5 ml/kg·min、 $\dot{V}O_{2AT_{leg}}$

表2 被験者の $\dot{V}O_2\max$ とAT

被験者	$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg·min)	$\dot{V}O_2AT_{arm}$ (ml/kg·min)	$\dot{V}O_2AT_{arm}/\dot{V}O_2\max$ (%)	$\dot{V}O_2AT_{leg}$ (ml/kg·min)	$\dot{V}O_2AT_{leg}/\dot{V}O_2\max$ (%)
Y. S	39.9	12.1	30.3	16.4	41.1
Y. T	37.2	10.9	29.3	19.2	51.6
M. A	37.0	13.7	37.0	20.3	54.9
T. I	46.4	13.4	28.9	20.4	44.0
T. K	36.0	14.7	40.8	22.8	63.3
Mean	39.3	13.0	33.3	19.8	51.0
SD	3.8	1.5	4.8	2.3	7.9

Mean：平均値 SD：標準偏差

は、 $19.8 \pm 2.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ であった。 $\dot{V}O_2\max$ に対する $\dot{V}O_2AT_{arm}$ の相対値は $33.3 \pm 4.8\%$ 、同様に $\dot{V}O_2AT_{leg}$ では $51.0 \pm 7.9\%$ であった。

2. Leg Ex.の運動強度

57種のLeg Ex.の運動中の $\dot{V}O_2$ 、HR、RPEについて、5名の被験者の平均値±標準偏差を求め、 $\dot{V}O_2$ の少ない順に図5に示した。

57種のLeg Ex.のうちで、被験者全員が運動終了時間まで行えたEx.は46種であった。行えなかった11種のEx.は、股関節を90°に外転・屈曲するタイプの運動によく見られた（図2、3）。

ハイインパクトステップのEx.の $\dot{V}O_2$ は全て、ローインパクトステップのEx.より高い値を示した。運動終了時間まで行えた46種の各Ex.の平均 $\dot{V}O_2$ は $4.8 - 27.2 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、平均HRは $92.8 - 176.5 \text{ 拍/分}$ 、平均RPEは $6.0 - 18.4$ であった。

各被験者の $\dot{V}O_2\max$ に対する運動時の $\dot{V}O_2$ の相対値（ $\% \dot{V}O_2\max$ ）の平均を求めたところ、 $12.4 - 70.7\%$ であった。また、カルボーネン法¹²⁾による $\%HR_{reserve}$ を各被験者の安静時心拍数（RestHR）と最高心拍数の推定値（ $220 - \text{各被}$

験者の年齢）を用いて算出したところ、 $12.9 - 79.2\%$ であった。

3. Arm Ex.の運動強度

Leg Ex.と同様に、23種のArm Ex.の運動中の $\dot{V}O_2$ 、HR、RPEについて、5名の被験者の平均値±標準偏差を求め、 $\dot{V}O_2$ の少ない順に図5に示した。23種のArm Ex.のうちで、被験者全員が運動終了時間まで行えたEx.は20種であった。行えなかった3種のEx.は全て、腕を腰の位置から頭上まで挙上するタイプの運動であった。運動終了時間まで行えた20種の各Ex.の平均 $\dot{V}O_2$ は $6.5 - 13.5 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、平均HRは $110.3 - 144.5 \text{ 拍/分}$ 、平均RPEは $7.2 - 16.6$ であった。 $\% \dot{V}O_2\max$ は $16.8 - 34.4\%$ であり、 $\%HR_{reserve}$ は $27.6 - 59.7\%$ であった。

【考察】

エアロビックダンスの目的は、持続性運動能力の向上であり、運動強度がその手掛かりとなる。持久力向上のための運動強度を勧告しているものとして、ACSM^{1,2)}の推奨するガイドライ

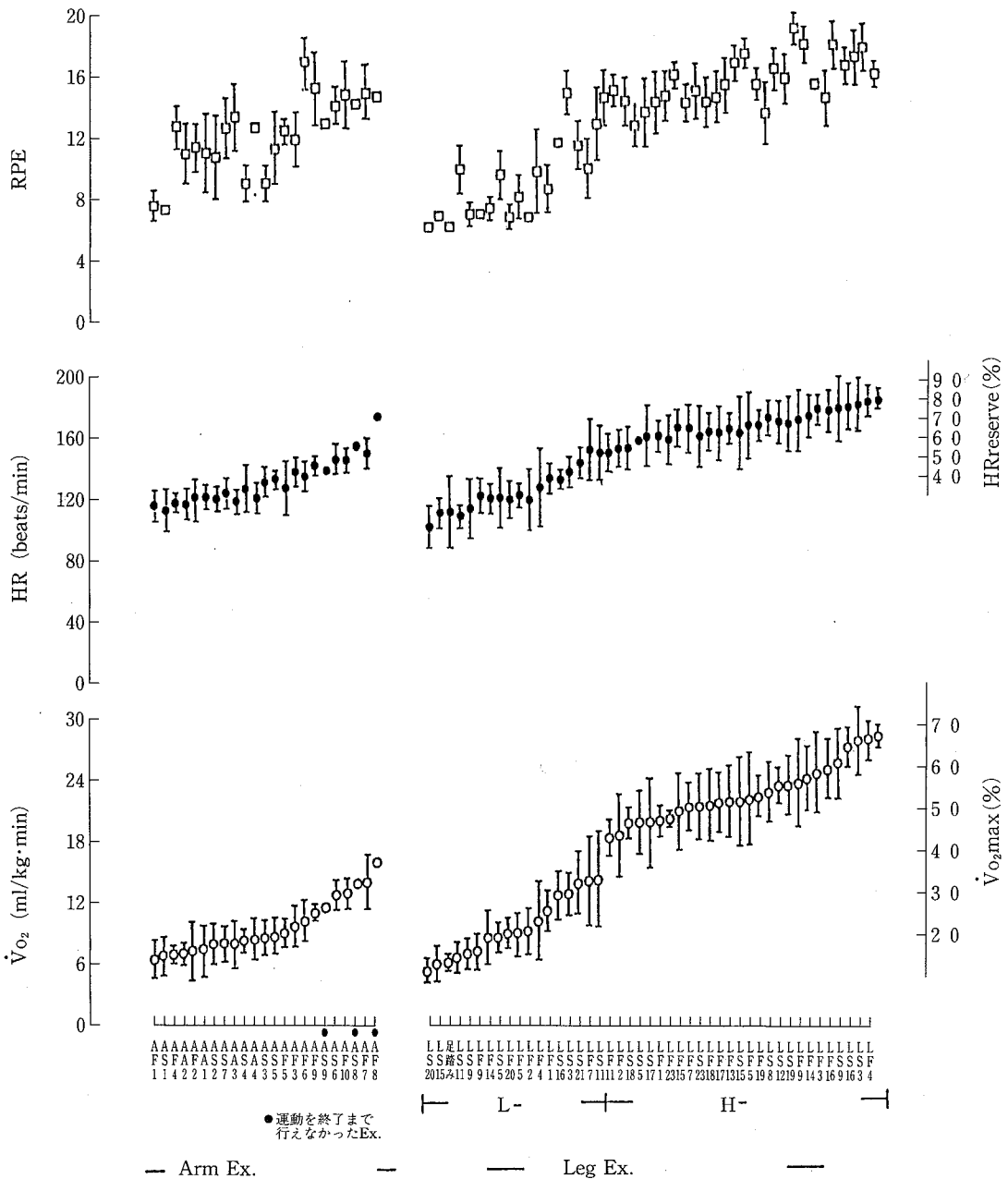


図5 Arm Ex. 及びLeg Ex. の運動強度

AF: 肩関節を外転・回旋させた場合の上肢の運動
 AS: 肩関節を屈曲させた場合の上肢の運動
 AA: 肩関節を外旋させた場合の上肢の運動
 H: 足が床に着かない瞬間がある運動 (High impact)
 L: どちらかの足が床に着いている運動 (Low impact)
 LF: 股関節を外転させた場合の下肢の運動
 LS: 股関節を屈曲させた場合の下肢の運動

ンがある。このガイドラインでは、全身持久力の向上には、運動時の $\dot{V}O_2$ が $\dot{V}O_{2max}$ の50—85%の範囲に相当することが必要であるとしている。本研究の運動のうちで、このガイドラインに相当する運動は、図5と表3に示したように $\% \dot{V}O_{2max}$ が51.0—70.7%であった21種のハイインパクトステップのLeg Ex.であった。これらの運動の特徴は、①股関節を45°に外転させたまま、膝関節を0°—90°に屈曲するタイプ(H—L F11, 12, 16), ②股関節を0°—45°に外転させながら、膝関節を0°—90°に屈曲するタイプ(H—L F 3, 4, 5, 8, 13, 17), ③股関節の外転又は屈曲角度が45°以下で、右足・左足が交互に床に着くタイプ(H—L F 7, 8とH—L S 4, 5), ④膝関節を0°—90°に屈曲させながら、両足・片足と床に着くタイプ(H—L F11, 12, 13, 14とH—L S 8, 9, 10), ⑤膝関節を90°に屈曲させたまま同じ足を2回続けて床に着くタイプ(H—L F19, H—L S15)であった。Ricard等¹⁸⁾は、ハイインパクトステップは下肢への衝撃が大きく、障害の発生率が高い、と述べていることより、実際に本研究で作成したハイインパクトステップを使用する場合も同様に、下肢への負担を考慮する必要がある。その他のハイインパクトステップと全てのローインパクトステップのLeg Ex.及びArm Ex.は、 $\dot{V}O_{2max}$ の50—85%を満たさず、ガイドラインに相当しなかった。

Katch¹³⁾は、 $\dot{V}O_{2max}$ を基準として同様の負荷強度の運動を行わせても、それがATより下の強度になるものと上になる強度のものに分かれ、同じ負荷強度を与えたことにならないと述べている。ATは $\dot{V}O_{2max}$ と同様に運動強度の指標とされており、AT付近の強さの運動を継続して行うと持久力が向上すると言われている^{20,22,23)}。被験者の $\dot{V}O_{2max}$ に対する $\dot{V}O_2AT_{leg}$ の相対値の平均値は、表2に示したように $51.0 \pm 7.9\%$ であった。これは $\dot{V}O_{2max}$ の50—85%のガイドラインを満たす下限値にほぼ相当するが、各被験者別では表2に示したように、

41.0—63.3%とガイドラインの下限値を下回る値と上回る値が見られた。そこで各被験者別に $\dot{V}O_2AT_{leg}$ に対する各運動様式の $\dot{V}O_2$ の相対値を調べてみたところ、ハイインパクトステップのEx.では、H—L F 3, 4とH—L S 1, 5, 10の5種のEx. (表3で■印で示した運動)が被験者全員100%を越える値となった。これら5種のEx.のうちでH—L F 3, 4とH—L S 1の3種のEx.は、両足が一緒に床に着き、股関節を0°—45°に外転又は屈曲しながら、且つ膝関節を0°—90°に屈曲するタイプであった。しかし、その他のハイインパクトステップのEx.は全て(表3で▲印で示した運動)、 $\dot{V}O_2AT_{leg}$ に対する各Ex.の $\dot{V}O_2$ の相対値が被験者によって100%を上回る場合と下回る場合があり、バラつきが見られた。ローインパクトステップのEx.についても、各被験者別に $\dot{V}O_2AT_{leg}$ に対する各Ex.の $\dot{V}O_2$ の相対値を調べたところ、全被験者、全Ex.において、100%以下の強度の有酸素運動であった。

HRから検討すると、ASCM^{1,2)}では、%HRreserveが50—85%の運動が持久力向上に十分な運動であると述べていることより、本研究のLeg Ex.のうちで、このガイドラインに相当したEx.は、表3に示したように、全てのハイインパクトステップのEx.と2種のローインパクトステップのEx. (L—L F 5, L S10)であった。 $\dot{V}O_{2max}$ の50—85%のガイドラインを用いて選択した場合と比較すると、 $\dot{V}O_{2max}$ の50%に満たなかったハイインパクトステップのEx.が、%HRreserveから見た場合、約55—65%であり、%HRreserveが50—85%のガイドラインに相当した。すなわち、 $\dot{V}O_2$ からみて強度が低かった運動も、HRからみると適当な強度の運動の範囲に含まれたと言える。有酸素的作業において、HRと $\dot{V}O_2$ は強い相関関係にあるとされているが、沢井ら¹⁹⁾は、その場かけ足運動中のHRと $\dot{V}O_2$ の相関を調べ、エアロビクダンスの経験の浅い者ほど、両者の間に有意な相関が見られなかったと報告している。従って、 $\dot{V}O_{2max}$

RPEから検討すると、ACSM^{1,2)}では、運動を処方をする場合、12-16が適当なRPEであると述べていることより、本研究のLeg Ex.のうち、このガイドラインに相当したEx.は、表3に示したように、22種のハイインパクトステップのEx. (H-LF 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19とH-LS 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 15)と2種のローインパクトステップのEx. (L-LF 5, LS 8)であった。H-LF 8, 14とH-LS 1, 5, 10, 13の6種のEx.は、RPEが16以上であり、RPEの

ことにした。

23種のArm Ex.のうちで、 $\dot{V}O_2\max$ の50-85%のガイドラインに相当した運動はなく、全て $\dot{V}O_2\max$ の50%に満たなかった。従って、本研究で作成したArm Ex.は、持久力向上が期待できないと示唆された。これは、上肢の運動の場合、使用される筋量が少ないため、充分な $\dot{V}O_2$ 値が得られなかったためと思われる。しかし、23種のArm Ex.と足踏み運動（上肢は体側に静かに降ろし、ほとんど上肢を動かさない状態）の $\dot{V}O_2$ を比較すると、23種のArm Ex.の方が足踏み運動の $\dot{V}O_2$ を上回ったことより、他のLeg Ex.に上肢の運動を加えた場合も $\dot{V}O_2$ が増加することが推察される。特に、 $\dot{V}O_2$ から見てガイドラインに相当しなかったハイインパクトステップのEx.には、上肢の運動を加えることは効果的であると思われる。

Leg Ex.と同様に、各被験者の $\dot{V}O_2AT_{arm}$ に対する23種のArm Ex.の $\dot{V}O_2$ の相対値を調べたところ、AF 3, 7, 8, 9, 10とAS 7, 8, 9の8種のEx.（表3で▲印で示した運動）において、100%を越える相対強度となった被験者がいた。これらのArm Ex.は、肩関節が $90^\circ-180^\circ$ 及び $0^\circ-180^\circ$ に外転、屈曲する運動や肩関節の回旋運動であり、無酸素性に近い運動であると言えよう。表2で示したように $\dot{V}O_2AT_{arm}$ は $\dot{V}O_2\max$ の約33.3%であり、 $\dot{V}O_2AT_{leg}$ は $\dot{V}O_2\max$ の約51.0%であった。このことは、上肢運動の方が下肢運動より低い $\dot{V}O_2$ で無酸素性になることを示唆している。実際、エアロビックダンスにおいて、上肢の動きは下肢の動きに対してバランスをとったり、音楽のリズムに合わせてたりする働きをしている。上肢の運動を加えることで $\dot{V}O_2$ が若干増加することは明らかとなったが、上肢を肩より上に挙上する運動や回旋運動を多用することは、上肢筋群の発現するエネルギーが無酸素性になり、疲労しやすくなると考えられる。実際にAF 8, AS 8, 9のEx.は、一部の被験者が運動終了時間まで行うことができなかった運動であり、被験者は上腕部や肩部等の

疲れにより運動を続けることができなくなったと述べている。

HRからArm Ex.を検討すると、HRは110.3-144.5拍/分、%HRreserveは27.6-59.7%であり、%HRreserveの50-85%のガイドラインに相当したEx.（表3で◎印で示した運動）が5種（AF 7, 8, 9, 10とAS 8）認められた。これら5種のEx.はいずれも、 $\dot{V}O_2AT_{arm}$ に対する $\dot{V}O_2$ の割合が100%を越える被験者がいたことより、HRから見てガイドラインに相当した運動であるが、有酸素運動としての効果は薄いと思われる。

RPEからArm Ex.を検討すると、RPEが12-16のガイドラインに相当したEx.が、13種（AF 4, 5, 7, 8, 9, 10, AS 5, 6, 7, 8, 9, AA 3, 4）認められた。これら13種のEx.は全て、 $\dot{V}O_2\max$ の50-85%のガイドラインに相当しなかった。RPEは、全身持久力に対する主観的な強度を測定したものであるが、13種のEx.は、一部の筋肉への負担がかかり過ぎたものと考えられる。

以上のことより、本研究で作成したArm Ex.は全身運動として行っているが、上肢を肩より上に挙上する運動や回旋運動を3分間持続させる運動は、上肢筋群に負担がかかり過ぎることが明らかになった。更に下肢運動に上肢運動を加えて運動強度を強めるには、上肢を肩より上に挙上する運動や回旋運動は、上肢を肩より下での外転、屈曲、外旋運動より強度は強くなるが、運動が無酸素性になり運動が継続できなくなるため、強度の上昇度は少ないが、上肢を肩より下での外転、屈曲、外旋運動を中心に加えることがよいと示唆された。

本研究では、 $\dot{V}O_2$ 、HR、及びRPEを用いて、Leg Ex.とArm Ex.の運動強度を明らかにした。実際の現場では、運動時の $\dot{V}O_2$ や受講者の $\dot{V}O_2\max$ 、ATを測定することは難しく、HRやRPEを測定する簡便な方法を用いることが多い。本研究の結果より、 $\dot{V}O_2$ から見て持久力向上に適当な運動が、HRやRPEから見ると不適当

な運動であったり、逆に $\dot{V}O_2$ から見て持久力向上に不適当な運動が、HRやRPEから見ると適当な強度の運動として認められた。従って、HRやRPEを用いて運動強度を測定する場合、運動のタイプ、 $\dot{V}O_2$ 、HR及びRPEの関係を把握しておく必要がある。

【まとめ】

本研究では、上肢と下肢の運動を分類することにより、分類された上肢、下肢を中心に動かした場合の運動を作成し、それらの運動強度を $\dot{V}O_2$ 、HR、及びRPEを用いて測定した。更に、得られた運動強度をもとに、持久性運動能力が向上する運動とその運動の特徴について調べた。その結果、本研究で明らかになったことを以下に示した。

1) 3分間継続できなかった運動は、下肢の運動では、股関節を90°に外転又は屈曲するタイプの運動、上肢の運動では、腕を腰の位置から頭上まで挙上するタイプの運動であった。

2) $\dot{V}O_2$ から見て、持久力が向上する運動と示唆された運動は、被験者の $\dot{V}O_{2max}$ の50-85%の範囲に含まれていた①股関節を45°に外転させたまま、膝関節を0°-90°に屈曲するタイプ、②股関節を0°-45°に外転させながら、膝関節を0°-90°に屈曲するタイプ、③股関節の外転又は屈曲角度が45°以下で、右足・左足が交互に床に着くタイプ、④膝関節を0°-90°に屈曲させながら、両足・片足と床に着くタイプ、及び⑤膝関節を90°に屈曲させたまま同じ足を2回続けて床に着くタイプの全てハイインパクトステップであった。しかし、ATから見ると、これらの運動は全て、被験者全員または一部がAT以上の強さの運動であった。

3) $\dot{V}O_2$ から見て、被験者の $\dot{V}O_{2max}$ の50%を満たさなかったローインパクトステップの下肢の運動は、被験者のATから見ると、全てAT以下の強さの運動であった。

4) $\dot{V}O_2$ から見て、被験者の $\dot{V}O_{2max}$ の50%を満たさなかった上肢の運動のうちで、被験者の

ATから見ると、上肢を肩より上に挙上する運動や回旋運動が、被験者の一部についてAT以上の強さの運動であった。

5) HRから見て、持久力が向上すると示唆された下肢の運動は、 $\dot{V}O_2$ から見て選択された運動を全て含んでいたが、更に被験者の $\dot{V}O_{2max}$ の50%以下の運動も含んでいたことより、HRを用いて下肢の運動を指導する場合、十分な運動強度が得られているか考慮する必要がある。

6) HRから見て、持久力が向上すると示唆された上肢の運動が幾つか認められたが、それらの運動は、 $\dot{V}O_2$ から見ると全て被験者の $\dot{V}O_{2max}$ の50%を満たさない強度の運動で、且つ被験者の一部がAT以上の運動であった。従って、上肢の運動を行わせる場合、運動が無酸素性にならないように考慮する必要がある。

7) RPEから下肢の運動を見ると、RPEが16以上の運動は、股関節を0°-45°に外転又は屈曲させながら、右足・左足が交互に床に着くパターンと股関節を0°-90°に外転又は屈曲させながら、両足・片足と床に着くパターンの運動であり、RPEが12以下の運動は全て、ローインパクトステップの下肢の運動であった。

8) RPEから上肢の運動を見ると、RPEが12-16の運動が幾つか認められたが、これらの運動は全て、 $\dot{V}O_2$ から見ると全て被験者の $\dot{V}O_{2max}$ の50%を満たさない強度の運動であった。これは、一部の筋肉に負担がかかり過ぎたことが影響したものと考えられた。

9) 下肢運動に上肢運動を加え運動強度を強めるには、上肢を肩より上に挙上する運動や回旋運動は、上肢を肩より下での外転、屈曲、外旋運動より強度は強くなるが、運動が無酸素性になり運動が継続できなくなるため、強度の上昇度は少ないが、上肢を肩より下での外転、屈曲、外旋運動を中心に加えることがよいと示唆された。

引用・参考文献

- 1) American College of Sports Medicine : The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults, *Med. Sci. Sports*, 10, vii-x, 1978
- 2) American College of Sports Medicine : The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining Cardiorespiratory and Muscular fitness in healthy adults, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2, 265-274, 1990
- 3) Blyth, M. and Goslin, B. R. : Cardiorespiratory response to "aerobic dance", *J. Sports Med.*, 25, 57-64, 1985
- 4) Claremont, A. D., Simowitz, S. A., Boarman, M. A., Asbell, A. O. and Auferoth, S. J.: The ability of instructors to organize aerobic dance exercise into effective cardiovascular training, *The Physician and Sportsmedicine*, 14-10, 89-100, 1986
- 5) Davis, J. A., P. Vodac, J. H. Wilmore, J. Vodac and P. Kurt : Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise, *J. Appl. Physiol.*, 41, 544-550, 1976
- 6) Debra, T. and Douglas L. B. : Physiological responses during aerobic dance of individuals grouped by aerobic capacity and dance experience, *Res. Quar.*, 62-1, 68-72, 1991
- 7) 江村菜穂子, 熊谷秋三, 市場正良, 西住昌裕 : 血中乳酸の変異点を指標としたエアロビックダンスエクササイズ運動強度, *体育の科学*, 39(6), 483-488, 1989
- 8) Henritze, J., A. Weltman, R. L. Schurrer and K. Barlow : Effects of training at and above the lactate threshold on the lactate threshold and maximal oxygen uptake, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 54, 84-88, 1985
- 9) ハウリー・フランクス, 深代泰子(訳) : *Health / Fitness Instructor's Handbook*, 日本エアロビックフィットネス協会, 東京, 138, 1989
- 10) Igbunugo, V. and Gutin, B. : The energy cost of aerobic dancing, *Res. Quar.*, 49-3, 308-316, 1978
- 11) Janet, P. : Developing an aerobic exercise program. U-M-I Dissertation Information Service, 1984
- 12) Karvonen, M. J., Kentala, E. and Mustala, O. : The effects of training on heart rate, *Ann. Med. Exp. Fenn.*, 35, 307-315, 1957
- 13) Katch, V., A. Weltman, S. Sady and P. Freedson : Validity of the relative concept for equating training intensity, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 39, 219-227, 1987
- 14) 小林寛道 : 日本人のエアロビックパワー, 杏林書院, 東京, 264-268, 1985
- 15) 中村隆一, 斉藤宏 : 基礎運動学, 医歯薬出版株式会社, 東京, 392-396, 1985
- 16) 小野寺孝一, 宮下充正 : 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性—Rating of perceived exertionの観点から—, *体育学研究*, 21, 191-203, 1976
- 17) Parker, S. B., Hurley, B. F., Hanlon, D. P., and Vaccaro, P. : Failure of target heart rate to accurately monitor intensity during aerobic dance, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21, 230-234, 1989
- 18) Ricard, M. D. and Veatch, S. : Comparison of impact force in high and low impact aerobic dance movements, *International Journal of Sports Biomechanics*, 6, 67-77, 1990
- 19) 沢井史穂, 平野裕一, 宮下充正, 吉岡伸彦 : 上肢の運動を伴うその場かけ足中の心拍数と酸素摂取量, 第45回日本体力医学会大会予稿集, 55, 1990
- 20) Tanaka, K., Matsuura, Y., Matuzaka, A., Hirakoba, K., Kumagai, S., Sun, S. O. and Asano, K. : Longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 16, 278-282, 1984
- 21) Willford, H. N., Blessing, D. L., Olson, M. S. and Smith, F. H. : Is low-impact aerobic dance an effective cardiovascular workout?, *The Physician and Sportsmedicine*, 17-3, 95-109, 1989
- 22) Yoshida, T. : Current topics and concepts of lactate and gas exchange thresholds, *J. Human Ergol.*, 16, 103-121, 1987
- 23) 吉岡伸彦, 仲丸幸子, 津久浦慶郎, 武藤芳照, 宮下充正 : 換気閾値からみたエアロビック・ダンスの運動強度, *Jap. J. Sports Sci.*, 5, 415-420, 1986